

# 論文和文概要

(2000字程度)

報告番号	甲 第 33 号	氏名	鄒 弘智 (Kuai Hongzhi)
------	----------	----	---------------------

近年の人工知能技術と脳科学を組み合わせることによって、人間思考のメカニズムの解明による認知症やうつ病の治療及び人間の学習や推論モデルを応用した人工知能の開発が期待されている。

それに対し本研究では、脳情報学方法論に基づいて、人間の脳をひとつのビッグデータを持つ情報処理システムとみなし、階層化された知識(K)-情報(I)-データ(D)アーキテクチャに基づくネバーエンド学習をしながら、「体系的な脳機能の研究；多目的に活用する体系的認知実験の設計と実施；知識ベースを考慮した体系的ビッグデータの管理；体系的ビッグデータの分析；汎化知能モデルによる知的サービスの提供」という機能を提供するデータブレインを開発し、革新的な脳ビッグデータコンピューティング方法を提案した。また、認知症・うつ病の病理の解明、治療、予防や、AI・ウェブインテリジェンス(WI)の新たな可能性を示した。具体的には、次に4つの主な研究成果を挙げる。

1. 階層化された知識(K)-情報(I)-データ(D)ビッグデータセンター、すなわちKIDアーキテクチャ  
知識層K：脳機能、実験タスク、データ管理及び分析方法の視点から体系的な脳機能研究プロセスを表現するための複数のナレッジグラフ。情報層I：セマンティックベクトルの形式でリソースの多面的な情報を記録するマルチ情報ウェアハウス。データ層D：マルチ課題の脳機能画像ビッグデータを中心として、マルチモーダル・マルチスケールのビッグデータの体系的な管理。
2. データブレインドリブン汎化知能モデルとするネバーエンド学習NELエージェント  
ネバーエンド学習は、人間のように、何年にもわたる多様な主に自己監督の経験から、以前に学んだ知識を使用してその後の学習を改善し、プラトールを回避するための十分な内省を備えた多くの種類の知識を学習しながらパフォーマンスが向上する。KIDアーキテクチャに基づいて、思考空間としてのKIDループを構築し、人間のように機能するネバーエンド学習(NEL:Never-Ending Learning)で革新的な脳ビッグデータコンピューティング方法を提供する。
3. 多目的に活用する体系的認知実験の設計と実施  
まず脳認知機能研究の目的に応じて主な実験タイプと補助実験タイプ、及び各実験タイプの関連性の推論ルールを制定し、体系的な実験の設計と実施のテンプレートグラフを作成する。次に脳ビッグデータセンターから新しい実験タスクをサンプリングし、データブレインモデルと推論ルールを組み合わせて、新しい実験タスクの属する補助実験タイプを識別し、設計した実験タスクを実験テンプレートグラフに記入する。すべての実験タイプが設計されるまで、上記の手順を数回実行する。この技術により、体系的な高次脳機能の研究のため、人間参加型(HITL:Human-in-the-Loop)の体系的な脳ビッグデータの収集、多面的な解析・理解が可能となる。
4. ネバーエンド学習による課題fMRI脳ビッグデータの融合と体系的分析  
まず主な実験と補助実験、各実験間の推論ルール、証拠の重みを含む実験テンプレートグラフを制定する。次に実験テンプレートグラフに従って、脳ビッグデータセンターから解析が必要なデータ・情報・知識を取得し、KIDループにおけるマルチ課題fMRI脳機能画像を多面的に解析しながら、複数の証拠に基づいた不確実性推論や融合的計算を通じて、複雑な脳機能の解明、心理状態の解説、神経難病や精神病態の診断を行う。

論文は、全7章から構成されており、その概要は以下の通りである。第1章では、序論として研究の背景と方向性及び枠組みについて示した。第2章では、人間の認知と機能障害、脳を対象とするfMRI技術と脳情報学方法論を活用し、世界範囲の重大な脳研究の現状に関して4つの側面から整理した。第3章では、データブレインドリブン汎化知能モデルを提案し、KIDアーキテクチャ、ネバーエンド学習、体系的認知実験の設計と実施ルールなどについて述べた。第4章と第5章では、脳機構の機能分離の観点から単変量及び多変量パターン分析法、脳機構の機能統合の観点から中心性などを定量化する脳機能ネットワーク指標の評価法について、それぞれを開発し、さらに提案した汎化知能モデルは人間の帰納的推論の神経メカニズムの解明に応用し、提案した汎化知能モデルの有効性を示した。第6章では、橋渡し研究として、提案法のうつ病患者の脳機能の解明や知能健康への応用を試みた。第7章は総括であり、申請論文の研究成果をまとめ、今後研究や社会実装に向けた解決すべき問題について展望した。